



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 870957

(61) Дополнительное к авт. свид-ву —

(22) Заявлено 09.10.79 (21) 2827518/18-10

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 07.10.81. Бюллетень № 37

Дата опубликования описания 10.10.81

(51) М. Кл.³

G 01 F 25/00

(53) УДК 621.317.
.39 (088.8)

(72) Авторы
изобретения

А.В. Рагаускас и В.Г. Данилов

(71) Заявитель

Каунасский политехнический институт им. Антанаса Снечкуса

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГРАДУИРОВКИ ИМПУЛЬСНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ ПОТОКА

1

Изобретение относится к области приборостроения и может быть использовано для определения метрологических характеристик импульсных ультразвуковых измерителей скорости потока и расходомеров.

Известно устройство для градуировки и определения динамических характеристик ультразвуковых измерителей скорости потока, состоящее из формирователя эталонного потока и механического модулятора скорости потока, выполненного в виде диска-прерывателя [1].

Это устройство формирует непрерывные синусоидальные колебания скорости эталонного потока, однако максимальная частота колебаний ограничена из-за инерции механического модулятора скорости потока. Это исключает возможность использования известного устройства для определения переходной динамической характе-

2

ристики быстродействующих ультразвуковых измерителей скорости потока.

Известно также устройство для определения динамических характеристик расходомеров, содержащее формирователь импульсного эталонного потока, выполненный в виде участка прямого трубопровода, наполненного рабочей жидкостью, поршни и старт-стоповый механизм. Это устройство формирует импульс скорости потока с длинными передним и задним фронтами, длительность которых определяется инерцией механической системы и массой рабочей жидкости [2].

Это устройство тоже не обеспечивает возможности измерения динамической переходной характеристики быстродействующих ультразвуковых измерителей скорости потока.

Наиболее близким по технической сущности к описываемому является ультразвуковой измеритель скорости потока, содержащий формирователь эта-

лонного потока рабочей жидкости, два акустических преобразователя и измеритель временных интервалов, первый вход которого подключен к одному электроакустическому преобразователю [3].

Недостатком известного устройства является невозможность измерения переходной динамической характеристики ультразвукового измерителя скорости потока, а также сложность процесса градуировки.

Целью предлагаемого устройства является упрощение процесса градуировки за счет формирования одного эталонного потока, а также обеспечение возможности измерения переходной динамической характеристики испытуемого измерителя при сжимаемой рабочей жидкости и увеличения точности градуировки.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство введены дополнительный электроакустический преобразователь, переключатель и блок управления, причем второй и дополнительный электроакустические преобразователи подключены к первому и второму входам переключателя, его выход подключен к второму входу измерителя временных интервалов, выход которого через блок управления подключен к управляющему входу переключателя, при этом базы между первым и вторым и между первым и дополнительным электроакустическими преобразователями равны и ориентированы под разными углами к направлению вектора скорости потока.

На чертеже показана блок-схема предлагаемого устройства для градуировки импульсного ультразвукового измерителя скорости потока.

Устройство для градуировки импульсного ультразвукового измерителя скорости потока содержит формирователь эталонного потока 1, эталонный поток 2. В эталонном потоке 2 установлены идентичные обратимые электроакустические преобразователи 3 и 4 испытуемого измерителя скорости потока, содержащего измеритель временных интервалов 5, соединенный с регистрирующим прибором 6. Преобразователи 3 и 4 установлены на базовом расстоянии d друг от друга, причем линия базы составляет угол α_0 с вектором скорости V эталонного потока 2. В устройство введен

дополнительный электроакустический преобразователь 7 такой же конструкции, как и преобразователи 3 и 4. Он установлен в эталонном потоке 2 на базовом расстоянии d от электроакустического преобразователя 3, причем линия дополнительной базы составляет угол α_1, α_2 с вектором скорости V эталонного потока 2. Электроакустический преобразователь 3 соединен с первым входом измерителя временных интервалов 5, а электроакустический преобразователь 4 соединен с вторым входом измерителя временных интервалов 5 через первый вход переключателя 8. Второй вход переключателя 8 соединен с дополнительным электроакустическим преобразователем 7, а его вход управления через блок управления 9 соединен с выходом измерителя временных интервалов 5 испытуемого измерителя скорости потока.

Устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии переключатель 8 установлен в режим, при котором электроакустический преобразователь 4 соединен с вторым входом измерителя временных интервалов 5, а дополнительный электроакустический преобразователь 7 отключен. При этом испытуемый измеритель, состоящий из электроакустических преобразователей 3 и 4 и измерителя временных интервалов 5, работает в два такта в режиме, например, последовательного периодического зондирования эталонного потока 2 акустическими импульсами, направляемыми в первом такте против потока 2, а во втором такте — по направлению потока 2. Алгоритм работы испытуемого измерителя выражается формулой

$$N_{oi} = K_0 \left(\frac{1}{\tau_{boi}} - \frac{1}{\tau_{Aoi}} \right), \quad (1)$$

где N_{oi} — выходная величина испытуемого измерителя после окончания i -го цикла измерений;

$K_0 = \frac{d}{2 \cos \alpha_0}$ — постоянный коэффициент;

$\tau_{Aoi} = \frac{d}{c - V \cos \alpha_0}$ — время прохождения акустического импульса базового расстояния d против направления потока 2 от электроакустического преобразователя 4 до преобразователя 3;

C — скорость ультразвука в потоке 2;

$\tau_{\text{Б01}} = \frac{d}{C + V \cos \alpha}$ время прохождения акустического импульса по направлению потока 2 от электроакустического преобразователя 3 до преобразователя 4.

Согласно выражению (1) при отсутствии погрешностей испытуемого измерителя $N_{01} = V$, т.е. испытуемый измеритель работает в стационарном режиме градуировки. При этом выходной регистрирующий прибор 6 после окончания каждого i -го цикла, состоящего из двух тактов работы испытуемого измерителя скорости, регистрирует i -ую величину N_{01} . Таким образом, регистрируется временная зависимость $N_{01}(t_i)$, по которой определяются метрологические характеристики испытуемого измерителя в стационарном режиме.

Для измерения переходной динамической характеристики испытуемого измерителя в момент времени t_1 после окончания K -го цикла работы испытуемого измерителя, одновременно с излучением акустического импульса преобразователем 3, импульсом, поступающим с выхода блока управления 9, переключатель 8 переводится в состояние, при котором с вторым входом измерителя временных интервалов 5 соединен дополнительный электроакустический преобразователь 7. При этом в первом такте K -го импульса работы испытуемого измерителя акустический импульс, прошедший в направлении потока базовое расстояние d от электроакустического преобразователя 3 до дополнительного электроакустического преобразователя 7, принимается последним и в измерителе временных интервалов 5 регистрируется время

$\tau_{\text{Б1К}} = \frac{d}{C + V \cos \alpha}$. После этого, во втором такте K -го цикла, излучение акустического импульса против направления потока 2 осуществляется электроакустическим преобразователем 7. После окончания второго такта K -го цикла в измерителе временных интервалов 5 регистрируется время $\tau_{\text{А1К}} = \frac{d}{C - V \cos \alpha}$.

Согласно алгоритму (1) в K -м цикле выходная величина испытуемого измери-

теля при отсутствии динамической погрешности должна равняться

$$N_{1K} \approx K_0 \left(\frac{1}{\tau_{\text{Б1К}}} - \frac{1}{\tau_{\text{А1К}}} \right) = K_1 V_1$$

где $K = \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_0}$

В последующих циклах устройство работает как и в K -ом цикле.

Согласно выражению (2) подключение в момент t_1 с помощью переключателя 8 дополнительного электроакустического преобразователя 7 к измерителю временных интервалов 5 эквивалентно скачкообразному изменению скорости эталонного потока на величину

$$\Delta V = VK - V = V \left(\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_0} - 1 \right),$$

причем длительность фронта эквивалентного скачка ΔV скорости равна времени переключения переключателя 8, т.е. для электронного переключателя 8 имеет порядок 10 нс и менее. Переходная динамическая характеристика и динамическая погрешность испытуемого измерителя определяется по временной зависимости $N_{1K}(\pm K)$, регистрируемой прибором 6, начиная с момента t_1 .

Следовательно, предложенное устройство обеспечивает возможность измерения переходной динамической характеристики испытуемого импульсного ультразвукового измерителя скорости потока без использования нестационарных эталонных потоков с переменной или пульсирующей скоростью.

Предложенное устройство работоспособно при любой физической природе рабочей жидкости эталонного потока 2, в том числе при сжимаемой рабочей жидкости. Формируемое им эквивалентное ступенчатое входное воздействие

$$V(t) = \begin{cases} V_1, & t < t_1 \\ V + \Delta V, & t \geq t_1 \end{cases}$$

испытуемого измерителя близко к идеальному, так как фронт ступенчатой функции имеет порядок 10 нс и менее, а высота ступени ΔV известна с высокой точностью определения постоянной скорости V эталонного потока 2 и двух постоянных углов α_0 и α_1 . Это достигнуто тем, что в процессе формирования функции $V(t)$ эталонный поток 2 не возмущается. Таким образом, точность динамической

ческой градуировки, обеспечиваемая предложенным устройством, увеличена и близка к предельно достижимой.

Формула изобретения

Устройство для градуировки импульсного ультразвукового измерителя скорости потока, содержащее формирователь эталонного потока, первый и второй электроакустические преобразователи и измеритель временных интервалов, первый вход которого подключен к первому электроакустическому преобразователю, а выход — к регистрирующему прибору, отличающееся тем, что, с целью упрощения процесса градуировки за счет формирования одного эталонного потока, а также обеспечения возможности измерения переходной динамической характеристики испытуемого измерителя и увеличения точности градуировки, в него введены дополнительный электроакустический преобразователь, переключатель и блок уп-

равления, причем второй и дополнительный электроакустические преобразователи подключены к первому и второму входам переключателя, его выход подключен к второму входу измерителя временных интервалов, выход которого через блок управления подключен к управляющему входу переключателя, при этом базы между первым и вторым и между первым и дополнительным электроакустическими преобразователями равны и ориентированы под разными углами к направлению вектора скорости потока.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 489962, кл. G 01 F 25/00, 75.

2. Авторское свидетельство СССР № 485322, кл. G 01 F 25/00, 74.

3. Hayward A.T., methods of calibrating flowmeters with lignids - a comparative survey, measurement and control, 1977, vol 10, N 3, p.106-116 (прототип).

